

奥林匹克物理

物理竞赛

奥林匹克物理

物理奥林匹克

奥林匹克物理

奥林匹克物理

物理竞赛

竞赛

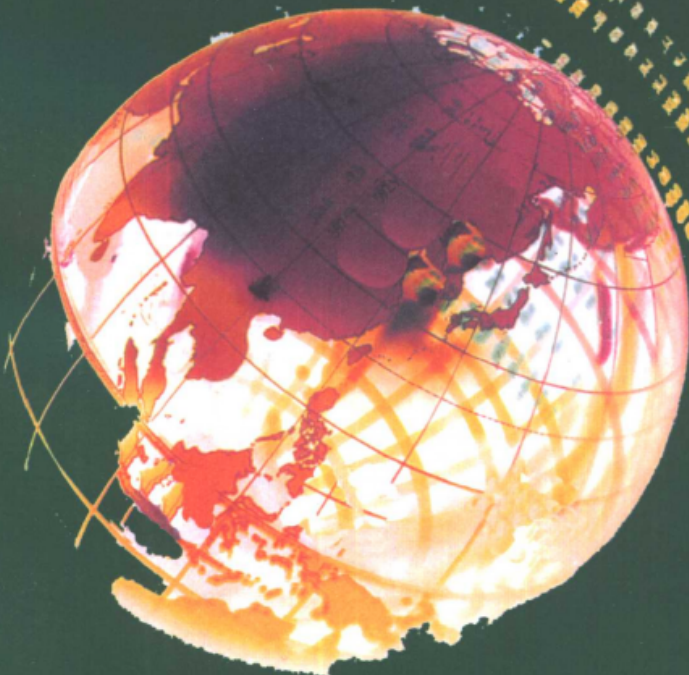
物理

总主编
张大同

教程

· 初二年级 ·

本册主编 张继达



华东师范大学出版社



ISBN 7-5617-2819-0



9 787561 728192 >

G·1384 定价：9.00 元

总主编 张大同

物理竞赛教程

· 初二年级 ·

本册主编 张继达
参编者 张继达 苏明义
王邦平

华东师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

物理竞赛教程. 初二年级 / 张大同主编. —上海: 华东师范大学出版社, 2001. 12

ISBN 7-5617-2819-0

I. 物... II. 张... III. 物理课-初中-教学参考资料 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 085965 号

物理竞赛教程

· 初二年级 ·

总主编 张大同

本册主编 张继达

责任编辑 郑国雄

封面设计 高山

版式设计 蒋克

出版发行 华东师范大学出版社

市场部 电话 021-62865537

传真 021-62860410

<http://www.ecnupress.com.cn>

社 址 上海市中山北路 3663 号

邮编 200062

印刷者 江苏句容市排印厂

开 本 890×1240 32 开

印 张 7.5

字 数 210 千字

版 次 2001 年 12 月第一版

印 次 2002 年 1 月第二次

印 数 11001—22000

书 号 ISBN 7-5617-2819-0/G·1384

定 价 9.00 元

出 版 人 朱杰人

(如发现本版图书有印订质量问题,请寄回本社市场部调换或电话 021-62865537 联系)

主编的话

物理学是一门基础学科。这里的基础应该有两重含义：一方面，物理知识是学习其他许多现代科学技术的基础；另一方面，学生在学习物理过程中得到训练和提高了思维能力、动手能力和创造能力，也是学习其他应用科学和专业技术所不可缺少的。一个学生要在物理竞赛中取得优异成绩，不但要掌握大量的物理知识，还必须有很强的解决问题能力和很好的心理素质。因此，培养物理尖子学生的工作，实质上是一种典型的素质教育，对提高学生的创新能力也是十分有益的。

自1984年至今，中国物理学会已经举办了18届全国中学生物理竞赛，参加者累计超过100万人。这一活动对全国中学生学习物理，特别是那些对物理学科有浓厚兴趣的学生，起了很好的推动作用。

我从1980年开始从事培养物理尖子学生的工作，经过20年的探索，摸索出了一套培养优秀学生的行之有效的方法，积累了丰富的第一手资料。在这十年的物理竞赛中，全国各地涌现出许多在辅导学生参加物理竞赛工作中卓有成效的教师，这次我邀请了几位在全国最具影响力的老师，集中大家的智慧，共同编写了这一套最新的物理竞赛辅导书，相信会对我们的同行和广大爱好学习物理的中学生有较大的帮助。

本套丛书共有5册，从初二到高三每学年一册。初二分册由北大附中的张继达老师主编，初三分册由华东师大二附中的陈檬老师主编，高一分册由长沙一中的彭大斌老师编写，高二分册由启东中学的范小辉老师编写，高三分册由本人编写。根据现行的全国物理竞赛规程，同学们在使用这套书时，应该有适当的超前，例如高中阶段应

该在高二年级就读完高三分册,这样才能参加当年的物理竞赛。

教育在不断地发展,物理竞赛也在不断地前进,任何一套书都会或多或少地存在着遗憾和不足。热切地期望广大读者提出宝贵的意见和建议,以供本书再版时改进。

主编 张大同



张继达, 特级教师, 现任于北京大学附属中学。长年担任教育部直属高中理科试验班物理教学工作, 积累了丰富的教学经验, 是教育部基础教育司“高中物理课程改革与实验”课题组主要成员, 是高中物理课程改革与实验《物理》教材的主要作者之一。长期参与全国中学生物理竞赛工作, 是全国初中物理知识竞赛委员会资料编写组主要成员, 是《全国初中物理知识竞赛辅导》资料的主要作者; 是全国中学生(高中)物理竞赛委员会和中国力学学会科普委员会委员, 长期从事高中物理竞赛的研究和辅导工作, 所教学生在全国中学生(高中)物理竞赛(决赛)和全国力学竞赛(决赛)中多人多次获得优异成绩。

目 录

第一章	测量的初步知识	1
第二章	物体的运动	16
第三章	声现象和声的初步知识	35
第四章	热现象和热的初步知识	48
第五章	光现象和光的初步知识	69
第六章	质量和密度	96
第七章	力的初步知识	115
第八章	力与运动	130
第九章	压强 液体的压强 大气压强	149
第十章	浮力	170
第十一章	简单机械	194
第十二章	功 功率	209
习题解答		225

第一章 测量的初步知识

知识要点和基本方法

一、物理量 物理量的单位

1. 物理量 物理量的单位

物理量是指量度物质的属性和描述其运动状态时所用的各种量值。物理量分为基本物理量和导出物理量。力学中通常选长度、质量、时间为基本物理量。因为这些量是研究和描述物体运动情况必不可少的。而像速度、密度等则可以根据物理量的定义由基本物理量组合而成,这样的物理量称为导出物理量。可以这样讲,所有物理量都是由基本物理量构成的。在力学范围内,所有物理量都是由长度、质量、时间这三个基本物理量组成的。因此对这三个物理量的理解和认识就显得十分重要了。

对物理量进行测量,离不开物理量的单位。一般来说,物理量的计量单位是可以任意选择的,但应遵循一个原则:使用方便,尽可能符合近代物理观念,有复制的可能性。根据这个原则制定出基本物理量的单位,叫做基本单位。其他物理量的单位则可以通过它们与基本物理量的关系导出确定,这些物理量的单位称为导出单位。例如在国际单位制中,长度、质量、时间这三个基本物理量的单位分别是米、千克、秒。而如速度等单位则可以根据定义导出。

2. 质量

我们把物体所含物质的多少叫做质量。在国际单位制中,质量的单位是千克(kg)。我们平常所说的克(g)、毫克(mg)、吨(t)也都是质量的常用单位。

1 千克 = 1 000 克(也记作 10^3 克), 1 千克 = 1 000 000 毫克(也记作 10^6 毫克)。

1 千克 = 0.001 吨(也记作 10^{-3} 吨)。

3. 长度

在生产和生活中我们用长度这个物理量来表示物体的大小。在国际单位制中,长度的单位是米(m)。为了方便我们也经常使用千米(km)、分米(dm)、厘米(cm)、毫米(mm)、微米(μm)和纳米(nm)等长度单位。

1 米 = 10^{-3} 千米 = 10 分米 = 10^2 厘米 = 10^3 毫米 = 10^6 微米 = 10^9 纳米。

4. 时间

在国际单位制中,时间的单位是秒(s)。在生活中我们还会用到小时(h)、分(min)、毫秒(ms)等时间单位。

1 小时 = 60 分 = 3 600 秒, 1 分 = 60 秒, 1 秒 = 1 000 毫秒。

二、长度的测量

测量长度最常用的工具是刻度尺,测量较大长度时用钢尺或卷尺。当测量的精确程度要求较高时,可用游标卡尺(精确程度可达到 0.02 毫米)或螺旋测微器(也叫千分尺,精确程度可达到 0.01 毫米)。

1. 刻度尺

用途:直接测量长度(包括宽度、间距、厚度、高度、直径和半径等)。

测量精度:刻度尺的测量精度是由刻度尺的最小分度(最小分度是指相邻两刻度线间的长度值)决定的。对一个毫米刻度尺来说,它的最小分度是 1 毫米,所以用毫米刻度尺测量长度时,我们只能准确地读到毫米,毫米以下的数据是我们目测估读的。

2. 游标卡尺

用途:一般用来测量物体的长度、外径、内径、孔深。

构造:图 1-1 是游标卡尺的示意图,1 是主尺;2 是游标,它是套在主尺上的一个可移动的部件;3 是下测脚,用来测量宽度、厚度或

外径;4 是上测脚,用来测量槽的宽度或内径;5 是可随游标一起移动的测深尺,用来测量槽或孔的深度;6 是固定主尺和游标的锁紧螺钉。

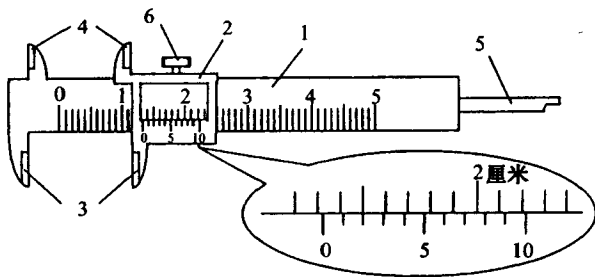


图 1-1

原理:以图 1-2 为例,主尺的最小分度是 1 毫米。游标上 10 个等分刻度的总长为 9 毫米,所以游标的最小分度为 0.9 毫米。也就是说,游标上每格的长度比主尺每格的长度少 0.1 毫米。当游标的第零条刻度线和主尺 0 刻度线对齐时,游标的最后一条刻度线和主尺上 9 毫米的刻度线对齐,其他刻度线都与主尺上的刻度线不对齐。游标第一条刻度线与主尺上 1 毫米刻度线相差 0.1 毫米,第二条刻度线与主尺上 2 毫米刻度线相差 0.2 毫米,……,依次类推。

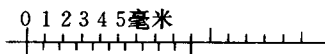


图 1-2

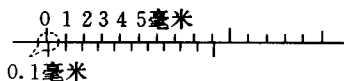


图 1-3

现在我们将游标向右移动 0.1 毫米,如图 1-3 所示,你发现了什么? 游标上的第一条刻度线与主尺 1 毫米刻度线对齐了,这时第零条刻度线与主尺 0 刻度线相差 0.1 毫米。

让我们再将游标向右移动 0.1 毫米,你会得出什么结论呢? 看看图 1-4,游标上的第二条刻度线与主尺 2 毫米刻度线对齐了,这时第零条刻度线与主尺 0 刻度线相差 0.2 毫米。

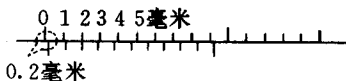


图 1-4

现在请你对上述两段分析作个

小结,然后再与下面的结论加以对比。

结论:如图 1-5 所示,假若游标上的第六条刻度线与主尺上的某一刻度线对齐,则说明游标上的第零条刻度线与主尺上其左侧相邻最近的刻度线相差 $6 \times 0.1 \text{ 毫米} = 0.6 \text{ 毫米}$ 。

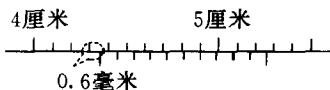


图 1-5

读数:如图 1-1 所示,我们发现游标的第二条刻度线与主尺上的刻度线对齐,所以游标上的第零条刻度线与主尺 13 毫米刻度线相差 0.2 毫米,说明游标在主尺上移动了 13 毫米又 0.2 毫米,所以读数的结果应该为 13.2 毫米。

2. 螺旋测微器(千分尺)

用途:用于精度要求更高的长度测量,用它测量的准确程度可以达到 0.01 毫米。常用来测量细金属丝的直径,薄板的厚度等。

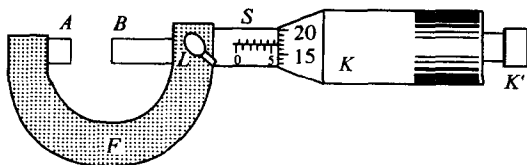


图 1-6

构造:如图 1-6 所示,螺旋测微器由固定部分和可动部分组成。固定部分:弓架 F 、固定卡脚 A 、固定刻度 S 。可动部分:活动卡脚 B 和可动刻度 K (它们是连在一起并通过螺纹套在 S 上)、 K' 为保护旋钮。 L 是止动旋钮,用来控制可动刻度 K 。

测量原理:螺旋测微器固定刻度 S 的最小分度是毫米(mm),在最小分度的上方有一组半毫米的刻度线。将螺旋测微器的可动刻度 K 转动一周时,可动刻度 K 在固定刻度 S 上沿轴线方向移动(前进或后退)0.5 毫米(即可动刻度 K 在固定刻度 S 上移动了一个螺距)。

可动刻度 K 分成 50 个均匀的分度格。这样可动刻度 K 转动一个分度格,活动卡脚就在固定刻度 S 上移动了 0.01 毫米($0.5 \text{ 毫米} \times \frac{1}{50}$)。所以螺旋测微器测量的准确程度可以达到 0.01 毫米。

操作与读数:

测量前要校对零点:右旋可动刻度 K 使 AB 靠近,当 AB 接近时改用保护旋钮 K' ,当听到“哒哒”的响声后停止微调。看此时可动刻度的零刻度与固定刻度 S 的零刻度是否在 S 的轴向线处对齐。如果不对齐就要修正误差。

测量时先左旋可动刻度 K ,使 AB 间距大于被测物体的长度,将被测物体置于 AB 之间。再右旋可动刻度 K 使 AB 靠近,当 AB 接近被测物体时,改用保护旋钮 K' ,当听到“哒哒”的响声后停止微调。

以可动刻度的边缘为准,读出固定刻度上下刻度线的总条数 n (半毫米的 n 倍);再以固定刻度的中心线(上下刻度的分界线)为界读出可动刻度上的刻线条数 k (0.01 毫米的 k 倍)最后估读一位 p (0.001 毫米的 p 倍)。螺旋测微器测量长度的表达式可写作:

$$l = (0.5n + 0.01k + 0.001p) \text{ 毫米。}$$

例如图 1-7 中,从固定刻度 S 读出 $n = 11$,从可动刻度上读出 $k = 17$,估读到千分之一的数值为 $p = 2$ 。所以测量结果为 $l = (0.5 \times 11 + 0.01 \times 17 + 0.001 \times 2)$ 毫米 = 5.672 毫米。测量结果由准确值和估测值组成,数据记录到 0.001 毫米位,因此螺旋测微器又称为千分尺。

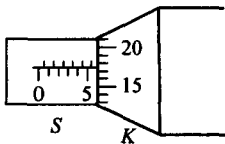


图 1-7

4. 测量长度的一些特殊方法

(1) 累计法:要想测量很小的物体长度,单独测量其中某一个会产生较大误差,很难准确测量。我们可以将一定数量的、同样的物体叠加起来进行测量,然后求平均值。例如测量漆包线的直径。我们可以一圈挨一圈地密绕在一个圆柱体上,数出绕的圈数 n ,测量这 n 圈漆包线的总宽度 l ,则一根漆包线的直径为 $d = \frac{l}{n}$ 。

(2) 替代法:当被测长度无法直接与标准长度比较时,用另一个物体来做中间物,将中间物在被测物体与标准长度之间来回作比较。例如工业生产中常用到一种工具——卡钳。在测量一些无法用刻度尺直接测量的长度(例如钢管的内径、外径、物体的厚度、间隙等)时,

就可以先将卡钳的两只卡脚卡在被测部位上,保持卡钳的卡脚宽度不变,与刻度尺的长度作比较。

(3) 间接法:对于测量工具无法直接进行测量的一些长度,我们可以运用所学过的知识,间接地测量出难以直接测出的长度。例如在不准拆开金属丝的条件下测量一团金属丝的长度,而测量工具只有一个螺旋测微器和一个量筒(筒内盛有一定量的水),测量时有一种方法是将金属丝作为整体处理,根据 $V = lS$, $l = \frac{V}{S} = \frac{4V}{\pi D^2}$,用量筒和水测量出金属丝的体积 V 。用螺旋测微器测量出金属丝的直径 D ,就可以算出金属丝的长度 l 。

三、时间的测量

常用的时间测量工具有机械秒表和电子秒表。目前中学实验室多配备机械式秒表。

1. 机械秒表介绍

外壳按钮:使指针启动、停止和回零

表盘刻度:如图 1-8 所示长针是秒针,指示大圆周的刻度,大圆周的最小分度值一般为 0.1 秒,秒针转一圈是 30 秒;短针是分针,指示着小圆周的刻度,小圆周的最小刻度值为 0.5 分钟,分针转一圈是 15 分。

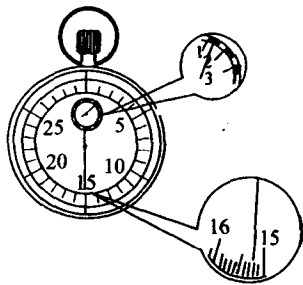


图 1-8

2. 机械秒表的使用方法

先上好发条按下外壳按钮,第一次是启动,秒表开始计时,第二次是停表,秒表停止计时,分针、秒针指示所经历的时间间隔。第三次是回零,秒表的分针、秒针回到零点位置。

3. 机械秒表的读数

秒表所测时间超过 0.5 分钟时,0.5 分钟的整数倍由分针在小圆圈中读出,不足 0.5 分钟的部分由秒针在大圆圈中读出。两数相加就是所记录的时间。

4. 注意事项

- (1) 使用前校正零点,如不准,记下其读数,以备读数后修正用。
- (2) 秒表一般不估读,因为机械秒表是齿轮传动,指针不可能停留在两个最小刻度之间。
- (3) 使用后应让秒表继续走动,使发条完全放松。

四、有效数字 科学计数法

1. 有效数字

物理实验中由可靠数和最后一位可疑数组成的数字叫做有效数字。可靠数是借助仪器可以准确读出的数字,或按有效数字运算法则确定的准确数字。可疑数是借助仪器可以估读读出的数字,或按有效数字运算法则确定的不准确的数字。那么我们如何从实验仪器上读取有效数字呢?

对于厂家没有给出精度级别的仪器,比如米尺、弹簧秤、温度计等仪器,用它们进行测量时,结果的误差极限是最小分度的一半。图 1-9 所示刻度尺的最小分度为 1 毫米,它的极限误差为 0.5 毫米,就是说用这把刻度尺测量长度的误差不会超过 0.5 毫米。所以用它测得的数据中,在毫米位上是准确的,但在 $\frac{1}{10}$ 毫米位就会出现误差,即在 $\frac{1}{10}$ 毫米位上的数据是可疑的。在图中被测物体长度的有效数是 6.4 毫米,这是两位有效数字。

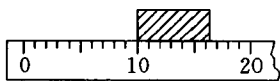


图 1-9

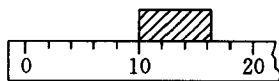


图 1-10

我们再用上面的规则来看图 1-10 中被测物体长度的有效数字。这把刻度尺的最小分度是 2 毫米,所以它的极限误差是 1 毫米。就是说用它测量的数据在毫米位上已经是可疑数据了,所以我们就不必再读到 $\frac{1}{10}$ 毫米位了。测量结果的有效数字为 6 毫米,是一位有效数字。

游标卡尺的极限误差是由主尺的最小分度与游标的最小分度的差值所决定的。游标 10 小格的极限误差为 0.1 毫米,20 小格的极限误差为 0.05 毫米,游标为 50 小格的极限误差为 0.02 毫米。

螺旋测微器的极限误差由固定刻度的最小分度与可动刻度中格数的比值(0.5 毫米:50 = 0.01 毫米)所决定。

2. 科学计数法

科学计数法可以清楚地表示有效数字。比如一个写成 300 的计数结果,我们不能看出该计数结果的准确程度。但对 3.0×10^2 或 3.00×10^2 的写法,就可清楚知道它具有两位或三位有效数字,了解计数结果的精确程度。

我们将数据写成 5.32×10^4 或 $5.32e+4$ 的记录方法叫做科学计数法。如果数据是 5.32×10^{-4} ,也可以写成 $5.32e-4$,在中学通常按 5.32×10^{-4} 方式记录。

例题精讲

例题 1 用一个游标卡尺测量一个钢管的内径,如图 1-11 所示。如果主尺的最小分度是毫米(mm),游标上有 10 个刻度。则这根钢管的内径是_____毫米(mm),相当于_____米(m)。测量结果有_____位有效数字。

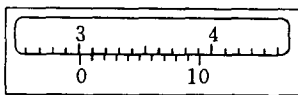


图 1-11

分析与解答

游标上的零点对准主尺上 30~31 毫米(mm)之间,且游标上的第一条线与主尺上的刻度对齐。我们从主尺上读出 30 毫米,从游标与主尺的关系上读出 0.1 毫米 \times 1。钢管的内径为:30 毫米+0.1 \times 2 毫米 = 31.1 毫米。合 3.11×10^{-2} 米(m)。

游标有 10 小格,极限误差为 0.1 毫米,所以测量结果为 3 位有效数字。

例题 2 在测量金属丝的直径时,螺旋测微器的示数如图 1-12 所示。由图可知金属丝的直径为 _____ $\times 10^{-3}$ 米。

分析与解答

固定刻度的格数是 1 格, 读数为 0.5 毫米, 可动刻度的读数为 15 个整格, 读数为 $0.01 \text{ 毫米} \times 15 = 0.15 \text{ 毫米}$; 由于可动刻度 15 没有与中心线完全对齐, 要估读 0.001 毫米位, 估读值为 2, 即 $2 \times 0.001 \text{ 毫米} = 0.002 \text{ 毫米}$ 。所以金属丝的直径为

$$\begin{aligned} d &= 0.5 \text{ 毫米} + 0.15 \text{ 毫米} + 0.002 \text{ 毫米} \\ &= 0.652 \text{ 毫米} = 0.652 \times 10^{-3} \text{ 米。} \end{aligned}$$

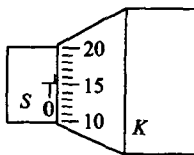


图 1-12

例题 3 简要说明, 怎样测量如图 1-13 所示火柴盒两相对顶点 A、B 的间距? 提供的器材是: 刻度尺、不可伸长的细线。

分析与解答

根据题意画出火柴盒的示意图, 如图 1-13 所示。找到火柴盒的两个相对的顶点 A 和 B。由于火柴盒的空间太小无法直接用刻度尺测量 A、B 两点间距。改用替代法, 用细线连接 A、B 两点, 并用颜色做记号。用刻度尺测量两记号间的长度。

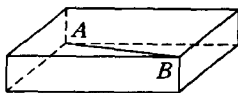


图 1-13